

# 运动对大鼠骨骼肌及血清 GH, IGF-I 水平研究

徐国营<sup>1</sup>, 刘迅雷<sup>2</sup>

(1. 西北大学 体育部, 陕西 西安 710069; 2. 西安交通大学 体育部, 陕西 西安 710049)

**摘要:** 生长激素(GH)、胰岛素样生长因子 I(IGF-I)都是了解 GH-IGF 轴变化的主要指标。IGF 不仅是内分泌因子,还能在组织局部起作用。通过对 6 周递增负荷跑台练习的大鼠进行研究,结果显示:运动后即刻处死的大鼠血清 GH 水平明显升高( $P < 0.01$ );运动组与对照组相比,骨骼肌 IGF-I 水平有明显升高( $P < 0.01$ ),表明运动对骨骼肌组织内 IGF 的分泌有调节作用。

**关键词:** 递增负荷训练; 生长激素(GH); 胰岛素样生长因子 I(IGF-I)

**中图分类号:** G804·23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-274X(2002)05-0561-03

生长激素(GH)是强有力的合成代谢促进剂,通过 cAMP 激活蛋白激酶,促使 RNA 合成加强。长期以来,人们研究发现运动与 GH 之间的关系密切<sup>[1,2]</sup>,运动时 GH 浓度有不同程度升高。GH 对机体生长的影响主要是通过 IGF-I 来介导的,许多实验已证实,在正常生理情况下,运动引起的机体适应性变化与 GH-IGF 轴的功能密切相关。运动作为一种特殊应激,可调节肌组织 IGF 的分泌<sup>[3,4]</sup>,使组织内 IGF-I 的水平升高,从而刺激该组织增生。本研究旨在探讨跑台训练对大鼠骨骼肌 IGF-I 及血清 GH, IGF-I 水平的影响。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验对象

实验用雄性 SD 大鼠 60 只(北京医科大学实验动物中心提供),体重 180~220 g,分笼饲养,自由饮食,以国家标准啮齿类动物饲料喂养。

### 1.2 实验分组

正常对照组(A组,  $n = 20$ ):自实验开始直到第 6 周取材日不进行任何运动训练。

跑台训练组(B组,  $n = 40$ ):适应实验环境 2 天后开始训练。采用递增速度的方式在国产电动鼠类跑台上运动,坡度为 0。从训练第一周起,每周递增速度分别为 15, 22, 27, 31, 35, 38 m/min。每天训练

30 min,每周 5 天,共训练 6 周。于第 6 周取材日将动物随机分为运动前安静组(B1组)和运动后即刻组(B2组),每组 20 只。

### 1.3 标本制备

对照组(A)、运动前安静组(B1)均在第 6 周最后一天训练前同一时间断头处死,运动后即刻组(B2)在训练后即刻处死。所有实验对象取血液样本,4℃下离心分离血清于-30℃冻存备用。同时取股四头肌,用 0.9% 生理盐水洗去组织血迹,用滤纸吸去表面水分,用 ER-180A 电子天平称取肌肉 100 mg 左右,加入 10 mL 0.01 mol/L 磷酸盐缓冲液( $pH = 7.4$ ),用玻璃匀浆器在冰浴上匀浆,匀浆液在冷冻离心机( $0 \sim 1000$  r/min)中离心 10 min,取上清液保存于 4℃冰箱中备用。GH, IGF-I 分别应用放射免疫法(RIA)和免疫放射法(IRMA)的成品试剂盒进行检测。对所有数据进行统计学处理。

## 2 实验结果

### 2.1 安静状态下训练组与对照组的指标对比

从实验结果看,经过 6 周递增负荷跑台训练的大鼠与未经训练的大鼠相比,血清 GH, IGF-I 虽有一定程度的上升,但无统计学意义。然而,经过训练的大鼠骨骼肌内 IGF-I 的浓度却比对照组有显著性升高( $P < 0.01$ ),结果见表 1。

表 1 安静时两组血清 GH, IGF-I 及骨骼肌 IGF-I 比较

Tab 1 The comparison of serum GH, IGF-I and skeletal muscle IGF-I between trained group and controls under quiet condition

组别	血清 GH	血清 IGF-I	骨骼肌 IGF-I
A (n= 20)	3.76 ± 3.80	305.8 ± 65.95	151.9 ± 60.37
B1 (n= 20)	4.24 ± 4.01	330.1 ± 52.30	265.1 ± 69.85

2.2 运动后即刻与运动前的指标对比

实验表明,大鼠在经过一段时间急性运动之后,血清 GH 有非常显著性的升高(P < 0.01);而血清 IGF-I 虽有上升,却无显著性变化,骨骼肌内 IGF-I 浓度变化也不明显,结果见表 2。

表 2 训练组 B1, B2 组血清 GH, IGF-I 及骨骼肌 IGF-I 比较

Tab 2 The comparison of serum GH, IGF-I and skeletal muscle IGF-I between trained groups B1 and B2

组别	血清 GH	血清 IGF-I	骨骼肌 IGF-I
B1 (n= 20)	4.24 ± 4.01	330.1 ± 52.30	265.1 ± 69.85
B2 (n= 20)	20.58 ± 12.01	373.6 ± 58.30	272.1 ± 56.85

3 分析与讨论

许多组织在 GH 及其他作用方式下能通过旁分泌或自分泌生成 IGF,它们虽可进入血循环表现胰岛素样激素活性,但更多的是在局部起生长调节因子的作用。运动作为一种特殊应激,可调节肌组织 IGF 的分泌<sup>[3,4]</sup>,使组织内 IGF-I 的水平升高,从而刺激该组织增生。本实验结果表明,幼龄大鼠在经过 6 周递增强度的跑台练习后,后肢股四头肌内 IGF-I 水平比不训练的对照组显著性增加(P < 0.01)。这与文献[3]的研究基本相同。文献[4]在观察代偿性

肥大肌组织时,也发现了 IGF-I mRNA 表达与对照组相比都有所增加,而且肌肉重量增加明显。后来有人证实,肌肉中 IGF-I 的增加先于骨骼肌代偿性肥大,并观察到肥大肌肉中 DNA 数量明显增长,与 IGF-I 水平成明显正相关性<sup>[5]</sup>。目前认为,在骨骼肌修复及生长肥大的过程中,局部分泌的 IGF-I 至少起双重作用:刺激卫星细胞的增殖与融合;增加蛋白质的积累。

运动与 GH 分泌释放有密切关系,不同运动方式都能刺激 GH 分泌增加<sup>[6,7]</sup>。运动时间、运动强度、运动输出功率、参与运动的肌肉数量等因素影响血清 GH 对运动的应答<sup>[8,9]</sup>。据文献报道,50% ~ 65% VO<sub>2max</sub> 运动强度范围为 GH 释放的临界阈值,超过阈强度的负荷使 GH 浓度明显升高。本实验的动物模型为递增负荷训练最后一天的一次急性运动,时间为 30 min,强度为 38 m/min,结束时从体征上看大鼠已接近力竭状态,可以判断运动强度超过 65% VO<sub>2max</sub>。从实验结果看也验证了这一点,运动后即刻大鼠血清 GH 浓度明显上升,高于运动前 7 倍(P < 0.01),这个结果与文献报道基本一致。运动中血浆 GH 浓度升高的原因是由于垂体分泌量增多,其机制目前还没有统一认识和定论。GH 对运动的应激受多方面影响,各方面的作用机制也不同。所以,全面、清楚地认识运动引起 GH 水平升高的机制,还需做进一步深入研究。

4 小结

- 1) 中等强度运动后即刻,大鼠血清 GH 水平显著升高,说明血清 GH 对运动强度敏感性高,但其升高机制还不清楚。
- 2) 通过运动训练,大鼠骨骼肌 IGF-I 水平比对照组有明显升高,表明运动对骨骼肌组织内 IGF 的分泌有调节作用。

参考文献:

[1] LASSARRE C F, GIRARD F, DURAND J, et al. Kinetics of human growth hormone during submaximal exercise[J]. Appl Physiol, 1974, 37: 826-830

[2] REYNAUD J, CAPDEROU A, MARTINEAUD J P, et al. Intersubject variability in growth hormone time course during different types of work[J]. Appl Physiol, 1983, 55: 1 682-1 687.

[3] ZANCONATO S, DAVID Y M. Effect of training and growth hormone suppression on insulin-like growth factor I mRNA in young rat[J]. Appl Physiol, 1994, 76: 2 204-2 209.

[4] DEVOL, DAVID. PETER ROTWEN. Activation of insulin-like growth factor gene expression during work-induced



- skeletal muscle growth[J]. *Am J Physiol*, 1990, 259(Endocrinol Metab 22): E89-E95
- [5] ADAMS G R, HADDAD F. The relationships among IGF-I, DNA content, and protein accumulation during skeletal muscle hypertrophy[J]. *Appl Physiol*, 1996, 81: 2 509-2 516
- [6] KRAEMER R R, KLGORE J L, KRAEMER G R, *et al* Growth hormone, IGF-I, and testosterone responses to resistive exercise[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 1992, 24: 1 346-1 352
- [7] CAPPON J, IPP E, BRASEL JA, *et al* Acute effects of high fat and high glucose meals on the growth hormone response to exercise[J]. *Clin Endocrinol Metab* 1993, 79: 1 418-1 422
- [8] BUNT J C, BO L EAU R A, B AHR J M, *et al* Sex and training differences in human growth hormone during prolonged exercise[J]. *Appl Physiol*, 1986, 61: 1 796-1 810
- [9] CHANG F E, DODDS W G, SULL IVAN M, *et al* The acute effects of exercise on prolactin and growth hormone secretion: Comparison between sedentary women and women runners with normal and abnormal menstrual cycles[J]. *Clin Endocrinol Metab*, 1986, 62: 551-556

(编辑 徐象平)

## A study on skeletal muscle IGF- I and serum GH and IGF- I in rats for six-week incremental exercise

XU Guo-ying<sup>1</sup>, LIU Xun-lei<sup>2</sup>

(Department of Physical, Northwest University, Xi'an 710069, China)

**Abstract** GH and IGF-I as the member are important to understand the biological action of GH-IGF axis. IGF not only are endocrinic factors, but have their roles in local tissue. A study on rats after six-week incremental running exercise showed that the serum GH concentrations at immediately post exercise were significantly higher ( $P < 0.01$ ). The skeletal muscle IGF-I concentrations in trained rats were significantly higher with their controls ( $P < 0.01$ ). This indicates that exercise can influence the autocrine/paracrine acting IGF of skeletal muscle.

**Key words:** incremental exercise; growth hormone (GH); insulin-like growth factor I (IGF-I)

### · 学术动态 ·

## 我校获准建立“国家生命科学与技术人才培养基地”

我校日前被教育部、国家计委批准为全国 36 个“国家生命科学与技术人才培养基地”之一。这是我校第 6 个“国家人才培养基地”，加上国家大学生文化素质教育基地，我校的国家基地数已经达到 7 个。

在科技迅猛发展的 21 世纪，生命科学代表着自然科学的前沿，生物技术产业作为正在崛起的主导性产业之一，将成为新的经济增长点。为解决我国生物技术产业化人才缺乏、国际竞争力不足的实际，适应我国经济结构的战略性调整，实现经济的跨越式发展，国家决定建立“生命科学与技术人才培养基地”。它的建立，将为我国生物高新技术产业发展培养各类高层次人才，为教学科研人员提供创新创业平台，促进高校科技成果转化及产业化，成为集教学、研发与产业化功能于一体的创新创业人才培养基地。

我校生命学科办学历史较长，师资力量雄厚，办学条件优良，现有国家重点学科 1 个，省级重点学科 1 个，省级重点实验室 2 个，省级工程研究中心 1 个。近年来，该学科积极探索教学、科研与产业化相结合的办学模式和运行机制，与多家企事业单位组建了多个校办产业和教学科研基地。“国家生命科学与技术人才培养基地”获准建立后，将进一步促进该学科教学与科研工作的迅猛发展，为培养高素质的生命科学与技术人才发挥更加积极的作用。

(薛 鲍)